

1

Optimización de resultados: Sistema Nacional de Compras. Modelos de Inteligencia de Negocios.

Sanhueza Marambio, Renato

Teniente Coronel de Carabineros de Chile.
Ingeniero Comercial, Universidad de Santiago.

Correspondencia Renato Sanhueza Marambio
e-mail: renato.sanhueza.m@usach.cl

Optimization of results: National Purchasing System. Business Intelligence Models.

RESUMEN

Entre las demandas más urgentes que se plantean a los organismos del Estado están las referidas a la eficacia en la solución de problemas y necesidades colectivas, además de la eficiencia en la ejecución de los presupuestos para generar esas soluciones. En Chile estas demandas han sido abordadas históricamente a través de un diseño institucional que considera un sistema de *e-procurement* que administra herramientas de Tecnologías de la Información (TI). El objetivo de esta investigación es abordar desde la perspectiva de la transformación digital del Estado de Chile y bajo un enfoque exploratorio-descriptivo, soluciones mediante la aplicación de herramientas de inteligencia de negocios para optimizar la programación de los procesos de compras públicas y provisión de servicios al Estado y generar así entornos industriales con mayor intensidad competitiva que eficiente el gasto público. La inteligencia de negocios (BI) ofrece soluciones eficientes y altamente replicables en todas las reparticiones públicas, permitiendo integrar y agregar datos a fin de programar un modelo de *e-procurement* que permita disminuir las condiciones de bases y requerimientos para incentivar la participación de nuevos oferentes y de esa manera aumentar la intensidad competitiva.

PALABRAS CLAVES

Rendimiento Subóptimo, Compras Públicas, Inteligencia de Negocios, Programación de Procesos, Intensidad Competitiva.

ABSTRACT

Among the most urgent demands placed on State agencies are those referring to efficiency in solving collective problems and needs, as well as efficiency in the execution of budgets to generate these solutions. In Chile, these demands have historically been addressed through an institutional design that considers an *e-procurement* system that manages Information Technology (IT) tools. The objective of this research is to address from the perspective of the digital transformation of the State of Chile and under an exploratory-descriptive approach, solutions through the application of business intelligence tools to optimize the programming of public procurement processes and provision of services to the public. State and thus generate industrial environments with greater competitive intensity than efficient public spending. Business intelligence (BI) offers efficient and highly replicable solutions in all public departments, allowing the integration and aggregation of data in order to program an *e-procurement* model that allows the reduction of base conditions and requirements to encourage the participation of new bidders. and thus increase competitive intensity.

KEYWORDS

Suboptimal Performance, Public Procurement, Business Intelligence, Process Programming, Competitive Intensity.

INTRODUCCIÓN

Un modelo de compras públicas tiene un importante impacto no solo por ser una fuente de activos para la administración del Estado, sino además, por ser un instrumento de transparencia de la gestión pública, tiene la capacidad de generar mercados y sectores industriales más competitivos y un polo de desarrollo para pymes y pequeños proveedores del Estado. Investigaciones desarrolladas en Reino Unido y Taiwán por Walker y Preuss (2008) sugieren que la contratación pública puede implicar avances significativos en una agenda de compras sostenibles (Walker & Brammer 2012, p. 266). En el caso chileno, el sistema de compras ha sido definido por la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda como un vínculo entre el Estado demandante y el mercado privado oferente, en ese sentido, el organismo indica que este sistema debe generar eficiencia en la contratación pública con altos estándares de probidad y transparencia, (...) para conectar las necesidades de compra de los Organismos Públicos con la oferta de los proveedores (Dipres, 2020), todo esto mediante una plataforma que subasta las oportunidades para los diferentes oferentes.

El sistema de compras tiene su fundamento en la teoría de subastas, entendida esta como una institución de mercado que cuenta con un conjunto explícito de reglas que determinan la asignación de recursos y los precios, basándose en las pujas presentadas por los participantes (McAfee & McMillan, 1987, p. 343-347), experimentos indican que si no hay coordinación estratégica para los participantes, el resultado del juego será [para los jugadores] subóptimo (Cerdá, Pérez, & Jimeno, 2004, p. 451).

A partir de los clásicos trabajos de Vickrey (1961) que aplican elementos de Teoría de Juegos John Nash (1950) desarrolla el *Benchmark Model* que tiene como elemento principal la información incompleta, es decir, el oferente sabe su precio o valoración sobre el bien, pero ignora el del resto, por lo que deberá suponer cómo ofertarán los demás, la integración del modelamiento matemático de la teoría de Juegos de Nash impide el comportamiento estratégico o colusivo de los oferentes, puesto que es una situación en la que los individuos deben hacer elecciones y donde el resultado final depende de lo que cada persona elija (Nicholson, 2002 p. 17).

El Estado es el mayor comprador en el mercado nacional chileno, lo que indica que el Sistema Nacional de Compras Públicas tiene un impacto, no solo en la gestión de estamentos compradores, sino también en sectores industriales de proveedores; en Chile, las compras públicas del Estado representaron durante el año 2019 un monto aproximado USD 9.000 MM,

esto es un 10,5% del presupuesto nacional; y durante el 2021, de acuerdo a un cálculo formulado para este estudio en base al presupuesto nacional 2021, las compras públicas representaron 10,39 puntos porcentuales del gasto público; a esto se deben agregar las compras y llamados a licitaciones foráneas que realizan en mercados internacionales como compras estratégicas de las Fuerzas Armadas o Ministerio de Obras Públicas (Laboratorio de Gobierno, 2017).

La brecha detectada entre los procedimientos de subasta pública y los usuarios finales genera debilidades que impiden eficientar el proceso, la evidencia, indica que los precios finales son mayores en el sector público que los captados en el sector privado para compras de bienes similares, existen diversas causas, pero una de las más importantes de acuerdo a la Fiscalía Nacional Económica (2020) es la incapacidad de las reparticiones públicas para definir un calendario de licitaciones y construir, a partir de esa programación, las bases de licitación que posibilite la participación del mayor número de proveedores –tener más tiempo para manejar inventarios- con la consecuente baja de precios y mejores condiciones de compra.

De acuerdo a la Fiscalía Nacional Económica (FNE, 2020, p.172) se advierte que, si bien el sistema chileno cumple con la intensidad de uso de mecanismos diseñados para la ejecución de la compra, se reflejan severas diferencias en los estándares de participación de procesos abiertos, dado que, solo el 8% del total de compras públicas en países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) de Europa son con procedimientos restringidos, como convenios marco (*European Commission*, 2017, p.35) mientras que en Chile representa un uso del 20% de ese mecanismo (FNE, 2019, p. 14). Además, la estimación del costo público y privado que provoca una licitación desierta realizada (...) no contempla el costo oportunidad de no realizar el negocio, que incurre tanto la empresa privada como la institución pública (Rojas, 2010, p. 105), con lo cual no se logra garantizar eficiencia en cuanto a los costos de las adquisiciones públicas, resultando necesario ampliar la extensión y profundidad de los mecanismos y regulaciones orientadas a una mayor transparencia e incentivos para generar competitividad en los sectores de provisión.

A partir de las imperfecciones y desactualizaciones en su diseño normativo y ejecución de aplicativos informáticos, se genera concentración de oferentes en los sectores industriales de los proveedores, que resta presión competitiva a los precios y servicios ofertados. Un elemento importante en este diagnóstico es lo referido por la Fiscalía Nacional

Económica en su estudio del Mercado de Compras Públicas en cuanto a que: “(...) existen espacios en el mercado de compras públicas que no se encuentran funcionando de forma adecuada desde el punto de vista de la competencia, lo que estaría provocando que las condiciones comerciales a las que pueden acceder los organismos del Estado no sean las óptimas, y por tanto, se asignen de forma deficiente los recursos de este” (FNE, 2020, p.11), resultando en un costo para el Estado no solo por precios menos competitivos, sino también por costos de servicios asociados a las compras que son sobrevalorados o entregados con falta de oportunidad; si se correlacionan estos desajustes con el volumen de compras del Estado la suma resultante incide en la efectividad del presupuesto e impacto en algunos programas públicos implementados por el Estado.

Ahora bien, plantear este problema no es dejar de reconocer los avances que la implementación de modelo de compras ha generado. Si bien aún no se logra el estándar de transparencia, eficiencia y de presión competitiva deseada, es diversa la literatura que reconoce avances de este modelo en el contexto regional; las operaciones del mercado público, en efecto, han perfeccionado la eficiencia del Estado en materia de compras públicas respecto a lo que se tenía antes de 2003, una muestra es mediante la disminución de costos administrativos de compras estimadas en 2,65% tres años después de la implementación del sistema y ahorros de USD 135 MM en el total de compras públicas hechas en la plataforma de ChileCompra durante el año 2007 (Laboratorio de Gobierno, 2017; Singer, konstantinidis Roubli & Beffermann, 2009, p.58-78), pero en esta instancia urge establecer actualizaciones para permitir ampliar los llamados y conseguir eficiencia en los precios de venta como demás servicios a los que el Estado podría optar; la evidencia confirma este diagnóstico. De acuerdo a datos de la Fiscalía Nacional Económica (...) es baja la participación de oferentes en un porcentaje relevante de licitaciones, en un 25% de las licitaciones participa solo un oferente, mientras que en un 40% participan dos o menos. Asimismo, un 56% del gasto se canaliza a través de licitaciones donde se presentan dos o menos oferentes (FNE, 2020, p. 174) con lo cual este escenario condiciona una concentración del mercado que se puede agudizar a medida que se generen más licitaciones captadas por estos oferentes, quienes a su vez van acumulando mayor experiencia en el sistema, y mejorando sus referencias en el mismo. A esto se agrega la falta de elección racional al momento de la elección del producto -en las compras de Convenio Marco- que implica costos, solo en esta modalidad de compra, en un rango de 11%-37% de sobreprecios, “(...) asciende aproximadamente a un rango que va entre 197 mil y 600 mil millones de pesos anuales para el Estado de Chile (FNE, 2020, p.17).

Dado el volumen de las compras públicas para las empresas resulta interesante la oportunidad de ser un proveedor del Estado, un monto que (...) según el portal de Datos Abiertos de ChileCompra, solo durante el año 2021 se han gastado \$9.836.701.995.707 pesos en compras públicas (LicitLab, 2022) esto es USD 8.98 MM y con un riesgo de insolvencia de pago cercano a cero.

El enfoque de la teoría de subastas es crítico en la eficiencia presupuestaria del gasto público, una experiencia significativa es el diseño de subasta desarrollada para la compra del espectro de telefonía celular que se realizó en Estados Unidos, por los economistas Wilson y Milgrom (Teytelboym, Kominers, Akbarpour, & Dworczak, 2021, p.731-732) reconocidos con el Premio Nobel de Economía del año 2020 al concretar en escenarios reales, un modelo teórico que generó ingresos por miles de millones de dólares para el fisco norteamericano. La primera vez que se aplicó una teoría de subastas similar en Chile fue a fines de los 90 en el diseño de una subasta para el programa de alimentos de la Junaeb, con lo cual se logró ahorrar el equivalente a los alimentos de 300 mil niños y niñas (Dirección de Compras, 2022).

12

1

Este problema puede ser abordado desde la administración de tecnologías de Inteligencia de Negocios (BI) disponibles en el mercado, pues permiten crear modelos de datos y extraer información de diversos sistemas, aplicar reglas del negocio y asegurar la visibilidad de la información en función de una mejor comprensión de esta (Muñoz-Hernández, Osorio-Mass, & Zúñiga-Pérez, 2016, p.22), cuidando siempre la integridad de estos datos y crear bases multidimensionales con el propósito de construir propuestas de planes de compra para reparticiones públicas. La incidencia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TI) en los procesos *back-office* de la administración le permiten generar mayor eficiencia al sistema para la implementación de una estrategia de *e-procurement* (Suárez & Laguado, 2007, p.280-287).

Para Novoa-Torres, Bermúdez y Zamora (2019), las empresas generan datos continuamente, que al ser usados permiten tener una ventaja competitiva en relación con las demás empresas del mercado, pues estas ventajas posibilitan la aplicación de BI para el desarrollo de soluciones. Esta solución tecnológica requiere definirse como parte de un proceso de *machine learning semisupervisado* que complementa los datos etiquetados limitados con una gran cantidad de datos no etiquetados con el objetivo de mejorar el rendimiento del modelo (Qifang, Goodman, Kaminsky, & Lessler, 2019), o automatizado, en base a los datos históricos y la proyección de necesidades para el periodo.

Existe un nivel importante de adopción de tecnologías digitales por parte de los usuarios en Chile, lo que constituye un elemento habilitador para el comercio electrónico y el desarrollo de la economía digital en su totalidad (Cepal, 2020), esta generalización en el uso de las TI es un activo que habilita la emergencia del *e-procurement* como proceso intensivo en algunos sectores industriales y fue esta misma penetración digital -menos extendida- que incentivó a principios de la década de los dos mil el desarrollo de la plataforma electrónica para la ejecución de compras públicas, ChileCompra. Pero aún existen brechas entre el diseño del sistema y su rendimiento en términos de eficiencia, uso y adherencia (Márquez, 2021), por parte de los organismos públicos y su capacidad para generar un mercado amplio con precios competitivos. Las organizaciones están creando un ecosistema de emprendimiento e innovación digital; en esta digitalización se encuentran elementos relacionados con la adopción de tecnologías digitales avanzadas en el sector productivo, el emprendimiento y la innovación digital (CEPAL, 2020), este avance describe una curva exponencial en nuestro país, la tasa de crecimiento en el uso de internet es de 0.29 anual con una penetración digital del 88% (World Bank, 2021).

La información de compras no solo permite una mayor participación de productores que aumenta la intensidad competitiva y optimiza los resultados de operación del sistema, sino que transparenta el proceso general y crea condiciones para un desarrollo sustentable y participativo de todos los actores del sector industrial cotizado, por eso, el objetivo de esta investigación es abordar, desde la perspectiva de la transformación digital del Estado de Chile y bajo un enfoque exploratorio-descriptivo, soluciones mediante la aplicación de herramientas de inteligencia de negocios para optimizar la programación de los procesos de compras públicas y provisión de servicios al Estado, y generar así, entornos industriales con mayor intensidad competitiva que eficiente el gasto público.

MÉTODO

Se exploran y describen mecanismos de inteligencia de negocios que permiten programar automáticamente los requerimientos de compras que hacen los servicios públicos demandantes, de esta manera, el mismo sistema de compras públicas podrá publicar la planificación de compra estimada para un periodo y servicio determinado. La información contenida en este plan es utilizada por los productores para estimar sus inventarios e incentivar su participación en el proceso de venta al Estado.

El sistema público de compras opera a través de la plataforma de ChileCompra, mediante la cual se cotizan más de 78.000 productos y servicios en el mercado nacional, ya sea mediante contratos de Convenio Marco, licitaciones (tanto públicas como privada), y compras directas que consideran modos de compras coordinadas y ágiles, y coordina los procesos de compras de 968 servicios públicos, divididos en seis sectores del Estado (Dirección de Compras Públicas, 2022).

Este trabajo corresponde a un seguimiento longitudinal para lo cual se accedió a las bases de datos planas en formato csv que indicaron las compras registradas en la plataforma del mercado público durante el periodo 2016-2019 en intervalos mensuales. Los datos globales fueron 19,2 MM de procesos con 77 campos de información cada dato, esto es 1.478,4 MM de datos; de esta base se seleccionaron los campos de información estandarizada y se desecharon los procesos que mantenían descripciones particulares del producto, lo que constituyó una limitante para el análisis. Ahora, los procesos analizados fueron en función de compras de dos productos transados por todos los servicios públicos, esto es el Gas Natural de Petróleo (GNP) y Porotos blancos, ya que tanto el sector Municipalidades, Salud, Fuerzas Armadas, Gob. Central y Universidades generan compras de manera habitual y descentralizada de estos productos, sector legislativo-judicial y obras públicas tranzan en menor medida estos artículos.

Instrumentos

El índice Hirschman-Herfindal (IHH) es una herramienta estadística que sirve como medida de referencia para la determinación de concentración de mercado cuando las cuotas de mercado son conocidas, aunque usualmente las cuotas de compañías más pequeñas no lo son (Nauenberg et al., 2014, p.2856), cualquier participante que tenga una cuota de mercado mayor al 20% en el IHH bajo el parámetro tiene una participación relevante (Kanagala et al., 2004, p.174) y aquellos mercados con puntuación superior a 1800 puntos es considerado como mercado altamente concentrado.

Razón de concentración de las mayores empresas, es la sumatoria de las cuotas de mercado de las mayores empresas. Este índice se construye ordenando las empresas de mayor a menor según su grado de participación (α): $C_m = \sum [\alpha_{i=1}^n]$. Una crítica a esta metodología es que no capta cambios en la estructura de mercado cuando se afectan a las empresas pequeñas, (Navarro, Ocampo & Saumeth, 2013, p.147), esta herramienta indica la estructura de mercado y permite el análisis de los participantes en base a su *share market*.

Para el estudio se usaron herramientas de inferencia estadísticas como cálculos de regresiones lineales múltiples que permiten proyectar los resultados esperados de las compras y estimación de perdidas, además instrumentos de estadística descriptiva, esto es medidas de tendencia central tales como desviaciones estándar (σ); cálculo de covarianza (COV) y análisis del coeficiente de Pearson en las series estudiadas; además de cálculo de la TVP, tasas de variación son transformaciones (no lineales) de una serie (Cristóbal & Martín, 1994), los datos fueron analizados en lenguaje DAX, mediante servicio web de análisis de datos Power BI de Microsoft.

RESULTADOS

La tasa de variación TVP indica un aumento de 10,84 pp anuales en gastos para el periodo 2016-2019, que se correlaciona positivamente con la cantidad de procesos administrados en la plataforma y aumenta en 3,3 pp hasta el año 2019, a partir del cual se observa una correlación negativa de ambas curvas, puesto que los procesos disminuyen y los pagos netos aumentan con una razón atribuible a la contingencia social de 2019 a la crisis sanitaria provocada por el Covid-19. El sistema administra menos procesos de compras a partir de ese año, pero por montos más altos *ceteris paribus* de la variación de IPC que para el periodo que tiene una TVP menor, esto es 3,3% (Banco Central, 2022). Esta perturbación inviabiliza en análisis para el periodo posterior al 2019 y por lo tanto se centrará en el periodo 2016-2019.

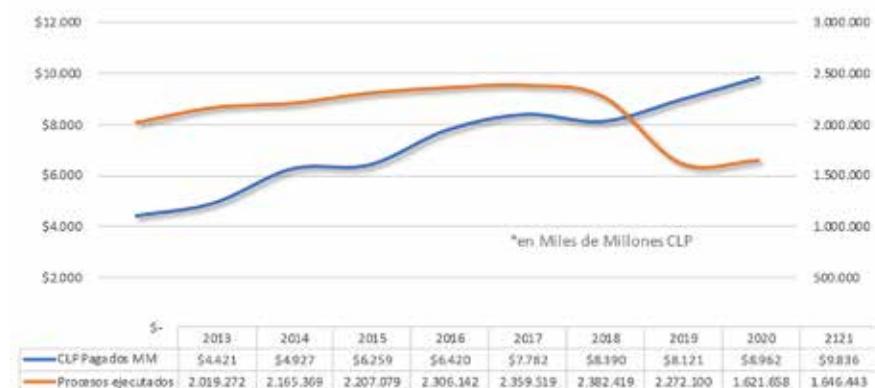


Figura 1. Procesos ejecutados/monto tranzado, periodo 2013-2021en MM CLP.

Con esto en cuenta, se revisan los hallazgos en los mercados de los productos estudiados: Gas Licuado de Petróleo (GLP) y porotos blancos, ambos en mercados mayoristas con los precios trazados en el sistema nacional de compras.

Mercado de Porotos/Kilo

De acuerdo con el reporte de ODEPA (2022), los precios del producto han aumentado durante el periodo de análisis, aunque el comportamiento de este no se correlaciona con el comportamiento del índice de Precios obtenidos desde el Banco Central del Chile (figura 2). La covarianza (precios porotos; IPC) es de -22,601 valor que indica una relación negativa, que se puede observar (figura 3) que contrasta la variación de precios del producto en análisis y la del índice general de Precios al Consumidor.

$$COV(pr; ipc) = \Sigma(Pri - 1540) \times \Sigma(ipci - 2,66)48 = -22,601$$

Es necesario tener una descripción más precisa de este mercado, por lo que se analiza la dispersión de los precios que presenta en el tiempo de estudio, para eso se tomaron los precios de la Región Metropolitana y otras regiones que representan un volumen representativo de la demanda agregada. La consulta en base de datos es por producto Kilo/precio, aun cuando la base esta segregada por regiones se exponen solamente los precios recogidos en la Región Metropolitana, que es la que tiene la mayor cantidad de puntos de ventas y provisión al Estado.

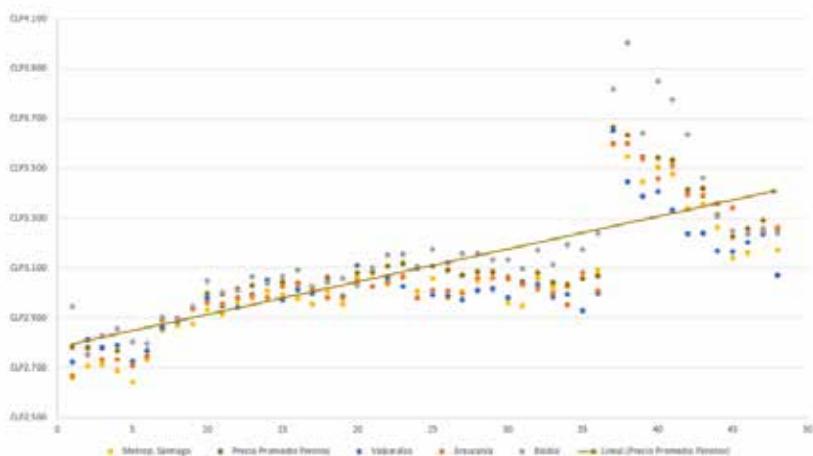


Figura 2. Dispersión de precios en Reg. representativas y tendencia de precios.

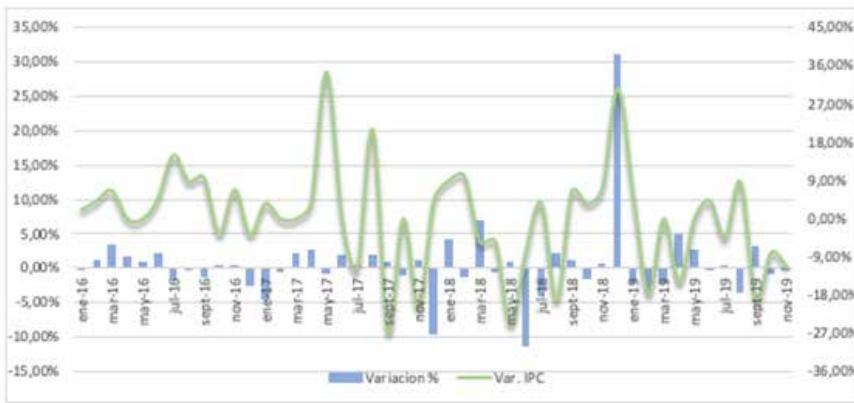


Figura 3. TVP del IPC (sin volátiles)/ TVP precios de porotos en mercados minorista, periodo 2016-2019

Para analizar la dispersión de precios, se tomaron los precios de la Región Metropolitana y otras regiones que representan un volumen representativo de la demanda agregada. La tabla 1 indica una baja dispersión de precios en regiones de Valparaíso y Metropolitana que concentran la mayor cantidad de proveedores, esto podría sugerir que los precios más competitivos se generan a partir de la mayor intensidad competitiva que se registra en estas regiones; en el curso de esta investigación, estos datos se contrastan con los datos alojados en los registros de compras públicas en esas regiones, lo que permite determinar a qué se podría deber el mayor precio pagado en las compras del Estado. La diferencia de precios entre las regiones, es un dato relevante para identificar si el sector público tiene o no esa misma dispersión en el pago de sus compras y cómo esta puede ser reducida.

Tabla 1: Indica la variabilidad de precios 2016-2019.

| Región de Medición | Desviación Estándar |
|--------------------------|--------------------------|
| Reg. Metropolitana | \$ 182,9608 pesos |
| Reg. del Bío Bío | \$ 278,0906 pesos |
| Reg. de la Araucanía | \$ 231,9912 pesos |
| Reg. de Valparaíso | \$ 187,8620 pesos |
| Promedio nacional | \$ 225,8944 pesos |

De acuerdo con los registros publicados por el Estado, en el periodo 2016-2019 se han generado 13.597 procesos de compra en formatos de paquete/kilo, para eso, ha sido abastecido por 361 proveedores. Los pagos transferidos por todos estos procesos son de CLP 108.917.705 y han sido transados por los seis sectores en que el sistema de compras divide a los compradores del Estado (Tabla 2).

Tabla 2. Indica distribución porcentual de los pagos transferidos según sector público.

| Sector Público | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Total |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| FF.AA. y de Orden | 21,92% | 24,63% | 26,63% | 18,69% | 23,60% |
| Gob. Central, Universidades | 36,10% | 41,41% | 37,06% | 32,97% | 37,88% |
| Legislativo y judicial | 0,38% | 0,27% | 0,18% | 0,13% | 0,29% |
| Municipalidades | 17,88% | 6,75% | 9,58% | 30,09% | 13,21% |
| Obras Públicas | 0,61% | 0,35% | 0,54% | 0,14% | 0,47% |
| Salud | 23,12% | 26,59% | 26,01% | 17,99% | 24,55% |
| Total Gasto anual | \$42.583.166 | \$36.726.120 | \$22.510.554 | \$7.097.865 | \$108.917.705 |

En el análisis de este producto se debe establecer la relación de pagos transferidos por el Estado con órdenes de compra (O.C.) procesadas y cantidad de mercadería distribuida. Debido a la falta de integridad en datos, errores u omisiones en ingresos y digitación o conceptos contables (limitación indicada en la introducción) hay pérdidas de información; sin embargo, esta pérdida no impide el análisis ni presentación de conclusiones.

18

Uno de los elementos que se analiza es la concentración del sector industrial que provee al Estado (tabla 3) mediante la descripción de los pagos anuales realizados a los proveedores durante los cuatro años de estudio.

1

Tabla 3. Indica pago a los proveedores que concentra el 80% del total pagos transferidos.¹

| Proveedor | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Total general |
|------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|----------------------|
| A | \$16.453.665 | \$11.290.533 | \$5.704.409 | \$381.164 | \$ 33.829.771 |
| B | \$2.445.985 | \$3.348.604 | \$1.560.256 | \$34.063 | \$ 7.388.908 |
| C | \$2.333.219 | \$2.720.120 | \$2.187.394 | \$132.127 | \$ 7.372.860 |
| D | \$1.804.536 | \$2.377.848 | \$1.861.778 | \$305.461 | \$ 6.349.623 |
| E | \$2.114.194 | \$1.895.146 | \$1.047.618 | \$58.087 | \$ 5.115.045 |
| F | \$661.181 | \$1.264.904 | \$902.249 | \$455.624 | \$ 3.283.958 |
| G | \$1.760.924 | \$1.002.044 | \$269.976 | \$139.526 | \$ 3.172.470 |
| H | \$199.223 | \$745.167 | \$1.036.193 | \$656.731 | \$ 2.637.314 |

¹ No se indica nombre de proveedor para no afectar marca comercial.

Estos datos deben ser analizados en relación a las O.C. procesadas por esos proveedores y la cantidad de mercadería entregada efectivamente para poder generar evidencia respecto al comportamiento de este sector industrial y si presenta estructuras concentradas. Los datos permiten advertir que en efecto hay un alto índice de concentración (IC) en la provisión de estos bienes al Estado, toda vez que de los 361 proveedores 18 concentran el 80% de los pagos netos transferidos y más de la mitad de las compras y entregas de mercadería (Figura 4).

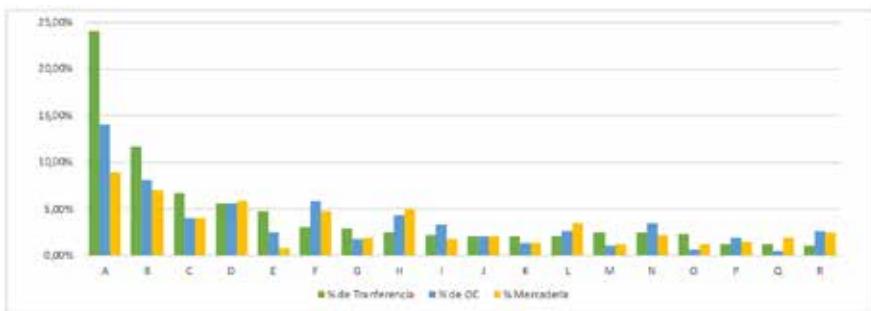


Figura 4. Gráfico de barra indica pagos netos, OC y mercadería de los 18 mayores proveedores 2016-2019.

La concentración de este sector industrial es medida mediante el método de razón de concentración sobre los 18 proveedores con más participación en la provisión del bien, con lo cual las 18 mayores distribuidoras tienen una participación de mercado que alcanza el 83%, en la provisión del producto al Estado.

$$IC = \sum_{i=1}^{18} \frac{Q_i}{Q_{18}} = 0.8$$

El índice Hirschman-Herfindal (IHH) que en este caso arroja un resultado indicativo de un mercado concentrado de acuerdo con los parámetros del indicador, esto es puntajes cercanos a 1800, son escenarios de baja intensidad competitiva y alta concentración.

$$IHH = \sum_{i=1}^{361} (S_i)^2 = 1173,70$$

Las compras que se trazan en la plataforma del mercado público tienen un precio mayor al de mercado en puntos de distribución mayorista que recoge la ODEPA, en promedio para toda la serie se paga un 29% más por parte de los servicios públicos demandantes que en ese mercado.

Por otra parte, ambas variables tienen similar dispersión en el periodo estudiado, los precios pagados por el Estado registran desviación estándar de \$242,10 pesos respecto a su media, en tanto los precios de mercado mayorista tienen una desviación estándar de \$225,8944 pesos; es decir, estos últimos varían un poco menos; ambos precios tienen una covarianza positiva de \$14.89 CLP, esto es que tienen una relación directa entre ambos, el precio de mercado mayorista incide en el precio neto que se paga por las Órdenes de Compra del mercado público.

$$COV(p_{Est}; p_{merc}) = \frac{\sum(P_{Est} - 2173) \times \sum(p_{merc} - 1540)}{48} = 14,89$$

Mercado de GLP

El mercado de proveedores de GLP de distribución mayorista y minorista es de 5.600 vendedores registrados (FNE, 2020a), de este mercado 141 distribuidores han vendido al Estado mediante la plataforma, según se observa en el campo de información “RUTProveedor” del Registro de Datos Abiertos, esto es 0,025 distribuidores provee de GLP al Estado. Durante el periodo observado el Estado ha realizado 3.330 O.C. por concepto de adquisición de GLP en formato de 15 kilos para aprovisionar los diferentes sectores del servicio público que se detallan en la tabla 4, teniendo un gasto anual indicado en la misma tabla.

Tabla 4: Indica distribución porcentual de los pagos transferidos según sector público.

| Sector Público | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Total |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| FF.AA. y de Orden | 5,30% | 0,71% | 0,17% | 0,00% | 2,06% |
| Gob. Central, Universidades | 10,67% | 47,01% | 42,18% | 3,64% | 26,28% |
| Legislativo y Judicial | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Municipalidades | 65,18% | 51,25% | 57,36% | 71,28% | 60,70% |
| Obras Públicas | 0,89% | 0,00% | 0,00% | 22,05% | 3,92% |
| SECTOR Salud | 17,95% | 1,04% | 0,28% | 3,03% | 7,04% |
| Total Gasto Anual | \$68.554.309 | \$53.296.040 | \$44.180.691 | \$32.551.606 | \$198.582.646 |

El mercado minorista de distribución de GLP es altamente concentrado (FNE, 2019), se observa una baja dispersión de O. C. procesadas, pero mayores montos transados; existe una alta concentración de pagos, estos 15 distribuidores concentran el 80% de todos los pagos netos efectuados mediante las compras en la plataforma de mercado público (Tabla 5).

Tabla 5. Indica % de ventas de los 15 mayores proveedores del Estado.

| Proveedor | % Pago Neto | % O. Comp. | GLP proveído |
|----------------|---------------|---------------|---------------|
| A | 33,52% | 16,32% | 14,38% |
| B | 18,20% | 12,94% | 11,50% |
| C | 7,78% | 20,54% | 17,26% |
| D | 4,18% | 1,67% | 1,52% |
| E | 2,78% | 0,62% | 1,81% |
| F | 2,59% | 7,21% | 6,06% |
| G | 2,19% | 3,04% | 2,97% |
| H | 2,09% | 1,48% | 1,03% |
| I | 2,05% | 1,36% | 1,75% |
| J | 1,96% | 6,47% | 2,97% |
| K | 1,68% | 3,67% | 3,01% |
| L | 1,24% | 0,12% | 0,12% |
| M | 1,15% | 0,37% | 0,29% |
| N | 1,05% | 1,81% | 1,24% |
| R | 1,03% | 0,33% | 1,03% |
| TOTALES | 83,48% | 77,95% | 66,94% |

En análisis de dispersión de precios, tanto de mercado como de los precios netos transferidos mediante la plataforma, mediante el cálculo de las desviaciones estándar para las variables, permite estimar que el grado de variabilidad de precios netos del sistema público es mayor que la oferta del mercado, es decir, fueron precios más fluctuantes y también más altos.

Tabla 6. Dispersión de precios.

| Variable | Desviación Estándar 2016-2019 |
|----------------------------|-------------------------------|
| Precios Portal Chilecompra | 1885,62 pesos |
| Precios de mercado (ODEPA) | 1583,78 pesos |

Como se indicó anteriormente, las 15 mayores distribuidoras (figura 5) tienen una participación de mercado que alcanza el 83%.

$$IC = \sum_{i=1}^{15} \frac{Q_i}{Q_{15}} = 0.83$$

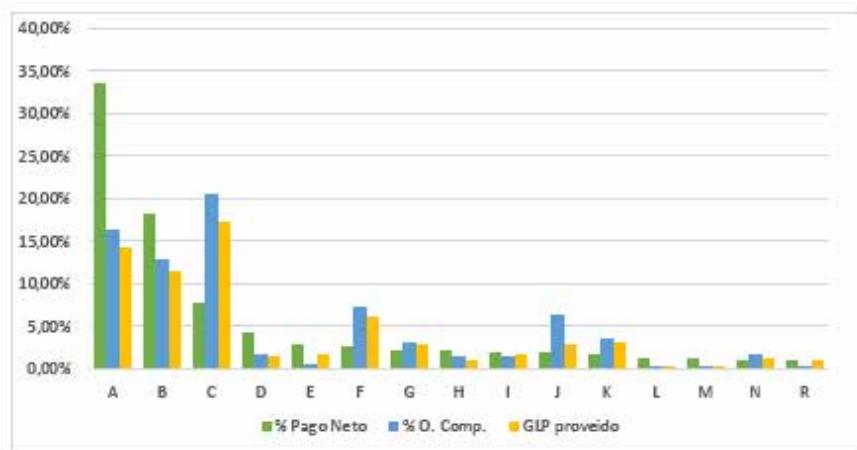


Figura 5. Indica pagos netos, OC y GLP de los 15 mayores proveedores 2016-2019.

El índice Hirschman-Herfindal (IHH) arroja un resultado de 1187,48 que se acerca a un sector industrial concentrado, pero aún en el rango de la normalidad, es decir, un sector con baja intensidad competitiva.

$$IHH = \sum_{i=1}^{141} (S_i)^2 = 1187,48$$

22

1

En el análisis del agregado nacional de la serie 2016-2019, el sistema nacional de compras presentó mayores pagos netos 10,18% mayor a los pagos del mercado nacional agregado.

Ambos mercados tienen estructuras oligopólicas que sugieren coordinación estratégica entre proveedores, en la serie de tiempo analizada, los pagos netos efectuados por el abastecimiento de estos dos bienes son mayores a los observados en el mercado nacional, un 29% en promedio para el caso de porotos y un 10,18% para el caso del Gas Licuado de Petróleo (GLP).

Estos resultados impactan negativamente en la operación del sistema de compras, pues generaron mayores pagos para el presupuesto público, con los antecedentes ya presentados y estimando los promedios del nacional agregado, los costos para el fisco se podrían estimar en (tabla 7):

Tabla 7. Variaciones y estimaciones de pérdidas en la serie 2016-2019.

| | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | Total |
|----------------|------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| Porotos | TVP | 0.29 | 0.28 | 0.32 | 0.27 | |
| | Pérdida estimada | \$12.349.118 | \$10.283.314 | \$7.203.377 | \$1.916.424 | \$31.752.233 |
| GLP | TVP | 0.10 | 0.07 | 0.10 | 0.11 | |
| | Pérdida estimada | \$6.855.431 | \$3.730.723 | \$4.418.069 | \$3.580.677 | \$18.584.899 |

Además, la razón de concentración e IHH advierten que se está ante sectores industriales de escasa intensidad competitiva con riesgos de coordinación estratégica (tabla 8).

Tabla 8. Indica las herramientas cuantitativas para observación de la concentración de los S.I.

| | S.I. Porotos | S.I. Gas Licuado petróleo |
|----------------------------|--------------|---------------------------|
| Razón de Concentración | 0.80 (18) | 0.83 (15) |
| Índice Hirschman-Herfindal | 1173.70 | 1187.48 |

DISCUSIÓN

A través de esta investigación se logró abordar, desde la perspectiva de la transformación digital del Estado de Chile y bajo un enfoque exploratorio-descriptivo, soluciones mediante aplicación de herramientas de inteligencia de negocios para optimizar la programación de los procesos de compras públicas y provisión de servicios al Estado y generar así entornos industriales con mayor intensidad competitiva que eficiente el gasto público.

El rendimiento subóptimo se debe a la gestión de información con que opera el sistema, la planificación (...) de grandes compras, que son las causantes de concentración en sectores industriales, la que es generada por cada estamento público que entregan a ChileCompra su Plan Anual de Compra (FNE, 2020, p. 15) y que considera las compras para el ejercicio anual. De acuerdo al examen del sistema practicado por FNE estos planes son, en los hechos, una mera formalidad, toda vez que la dirección de Compras -que administra el portal ChileCompra- no tiene facultades para exigir el cumplimiento o para sancionar el incumplimiento de estos, con lo cual la integridad y sustentabilidad de esta programación queda entregada

a cada una de las unidades de compra de cada servicio, que en el 84% de los casos tienen un comportamiento deficiente (FNE, 2020, p.14). La falta de programación obliga a unidades de compra a acortar los plazos de entrega de mercadería para subsanar necesidades que se van generando durante el periodo del ejercicio, al no contar con la mercadería en el plazo corto o inmediato que establece la licitación, con lo cual pequeños productores quedan fuera del proceso. Por el contrario, los proveedores de mayor tamaño tienen capacidad para mantener existencias mayores y, por lo tanto, son los que finalmente se adjudican los contratos y esto agudiza más aun la concentración en los sectores industriales.

Otro factor de concentración es el gasto acelerado al término del ejercicio presupuestario fiscal. En el mes de diciembre el 13% del presupuesto y durante los demás meses este gasto está en torno a 8,3% mensual, no obstante (Rodríguez y Berner, 2020, p.10), la falta de planificación anual es porcentualmente alta, según datos del estudio de FNE (2020) que consultó a una muestra estratificada aleatoria de 208 compradores públicos, sobre el desarrollo de los Planes Anuales de Compra (PAC); los hallazgos indican que un solo 16% de las unidades de compra desarrollan Planes Anuales en base a definiciones de necesidades, consumo histórico y otros detalles necesarios para la planificación.

El resultado puede ser mejorado mediante la administración de herramientas de inteligencia de negocios, la propuesta de solución es generar una respuesta automatizada al problema mediante un algoritmo que genere Planes Anuales de Compra Predictivos (PACP), esto es, planes que contengan toda la información que contempla un PAC, pero a partir de datos alojados en bases multidimensionales que permitan la aplicación de mecanismos de inteligencia de negocios para estimar las compras de cada ejercicio.

a.- Los PACP entregan un rango de datos que serán demandados mediante licitaciones, convenios marco o tratos directos, según las características de la compra, que permite y orienta al servicio demandante para cumplir con la estimación de provisión de compras.

b.- Este proceso automatizado puede ser publicado de manera inmediata en la plataforma para indicar al mercado las estimaciones de compras de las legumbres o de hidrocarburo según sea el caso, esta publicación cumple con un objetivo clave para el proceso de optimización ya que permite la previsión de inventarios en todos

los oferentes interesados en competir por la venta, que involucrará, entonces, el aumento de la intensidad competitiva en los sectores analizados.

c.- El proceso automatizado de *machine learning* contrasta las estimaciones de compra con lo efectivamente ejecutado, así, en cada iteración el PACP será cada vez más ajustado a las necesidades reales del servicio demandante, esto se consigue mediante la programación de regresiones, medias ponderadas u otras aplicaciones estadísticas para aumentar la precisión de la estimación automática.

El proceso de aplicación BI que reporten los PACP involucra:

a.- Extracción, Transformación y Cargas (ETL): extracción de los datos desde fuentes de datos heterogéneas; su transformación, es decir, conversión y estandarización de un formato determinado; y finalmente, su carga en una base de datos son un proceso clave en el éxito del proceso de Inteligencia de Negocio (Rivera, 2015). Los registros de compras que reporta el sistema “Datos Abiertos” si bien permite analizar las compras, no permite un análisis del microdato, ya que campos de información importantes no están estandarizados, su ingreso es bajo criterios de cada unidad de compra o digitador que genera una diversidad ininterpretable, estos registros permiten solo un análisis amplio de los datos. De esta manera, el ETL extrae datos desde hojas de cálculos, bases de datos, o cualquier otra fuente, y genera una bodega de datos íntegros y tabulados.

b.- Poblamiento de datawarehouse y estructuración de cubos OLAP, el proceso descrito anteriormente crea las bodegas de datos, sin embargo, para desarrollar análisis y consultas sobre estos datos será necesario estructurar y categorizar los datos en cubos, datos categorizados que permiten consultas rápidas (OLAP), ya que los datos ya están ordenados y categorizados. Estos cubos, tienen entonces una estructura que admite operaciones y consultas analíticas, una correcta creación de cubos, implicará de acuerdo con Rivera (2015) verificar que los datos se encuentran en los sistemas de información o fuentes, ya que estos constituyen una parte fundamental para el almacén a la hora de poblar las dimensiones.

c.- Visualización y reporte: es la estimación de Compra o PACP. Una vez que los datos están íntegros y se tiene la información estructurada se desarrollan las consultas por parte de las herramientas BI. En la solución específica que se sugiere, para regresar una cantidad estimada de compra que será el plan predictivo se calcula un rango o intervalo de datos, que varía de acuerdo con el nivel de confianza que el administrador desee; a mayor confianza, el rango es superior; y a menor confianza este será menor, se propone un intervalo de confianza de un 95%. Terminado el proceso de ese año presupuestario, el algoritmo puede contrastar los gastos planificados con los efectivamente ejecutados, para luego en la próxima iteración corregir, y de esa manera, se hace más preciso el PAC predictivo.

Finalmente, la literatura académica no aborda con extensión la administración de aplicativos BI a la gestión del Estado, por lo que esta propuesta puede representar un espacio para nuevas investigaciones que permitan mejorar los resultados de la gestión pública.

Financiamiento: Fondos propios.

Conflicto de interés: el autor de este artículo declara no tener ningún conflicto de interés.

Recibido: 22 de abril 2023.

Aprobado: 20 de mayo 2023.

REFERENCIAS

- Banco Central de Chile (2022). *Metadatos y otras observaciones. Base de datos Estadísticos*. Recuperado de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_ESTADIST_MACRO/MN_EST_MACRO_IV/PEM_VAR12_IPC/PEM_VAR12_IPC?cbFechaInicio=2016&cbFechaTermino=2019&cbFrecuencia=MONTHLY&cbCalculo=NONE&cbFechaBase=observatoriofiscal.cl/archivos/documento/20200602182610469.pdf
- Cerdá, E., Pérez, J. & Jimeno, J. L., (2004). *Teoría de juegos*. Madrid, Spain: Pearson Educación.
- ChileCompra (2022a). *Cuenta Pública Anual Gestión 2021 Avances 2022*. Recuperado en: <https://www.chilecompra.cl/cuenta-publica-chilecompra/>
- ChileCompra. (2022b) *Teoría de Subastas de Premios Nobel de Economía permite mayor competencia en los Convenios Marco*. Recuperado de <https://www.chilecompra.cl/2020/12/teoria-de-subastas-de-premios-nobel-de-economia-permite-mayor-competencia-en-convenios-marco-de-chilecompra/>
- ChileCompra. (2022c). *Datos Abiertos*. Recuperado en <https://datos-abiertos.chilecompra.cl/>
- Comisión Económica Para América Latina y el Caribe CEPAL. (2020). Estrategia de Transformación digital Chile Digital 2035. Publicación en conjunto con la Unión Europea para “Apoyo al diálogo regional de alto nivel sobre desafíos de desarrollo - Perspectivas económicas de América Latina” del proyecto “Facilidad regional para el desarrollo en transición”. Santiago, Chile
- Cristóbal A., & Martín E., (1994) . Tasas de Variación, y Análisis de la Coyuntura. *Boletín Trimestral de Coyuntura*, 52. Recuperado de <https://ine.es/daco/daco42/daco4214/filtros.pdf>
- European Commission. (2016). *Stock-taking of administrative capacity, systems and practices across the EU to ensure the compliance and quality of public procurement involving European Structural and Investment (ESI) Funds*. Recuperado <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d1082259-0202-11e6-b713-01aa75ed71a1>
- Fiscalía Nacional Económica FNE, División Estudios de Mercado. (2019). *Minuta de Lanzamiento de Estudio de Mercado, Gobierno de Chile*, Recuperado en https://www.fne.gob.cl/wp-content/uploads/2019/05/Minuta_EM_05_2019.pdf
- Fiscalía Nacional Económica FNE, División Estudios de Mercado. (2020a) *Estudio Sobre Mercado del Gas (EM06-2020), Gobierno de Chile*. Recuperado en: https://www.fne.gob.cl/wp-content/uploads/2021/10/2.-Informe_Preliminar-Gas.pdf
- Fiscalía Nacional Económica FNE, División Estudios de Mercado. (2020). *Estudio de Mercado sobre Compras Públicas (EM05-2019), Gobierno de Chile*. Recuperado de <https://www.fne.gob.cl/wp-content/uploads/2020/11/Informe-Final-EM05.pdf>
- Kanagala A., Sahni M., Sharma S., Gou B., & Yu J. (2004). *A probabilistic approach of Hirschman-Herfindahl Index (HHI) to determine possibility of market power acquisition*. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/1397699>
- Laboratorio de Gobierno. (2017) *Directiva de Innovación para las Compras Públicas*. Ed. Dirección ChileCompra, Min. de Hacienda, Santiago, Chile.
- LicitabLab. (2021) *¿Qué compra el Estado?*. Recuperado de <https://www.licitablab.cl/que-compra-el-estado/Min. Hacienda>.
- Márquez S. (2021). *Estudio de Compras Públicas en Chile: Evolución y Perspectiva de Compradores*.

- Repositorio Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Depto. Ing. Industrial U. de Chile. Santiago, Chile.* Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/184259/Estudio-del-sistema-de-compras-publicas-en-Chile-ChileCompra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- McAfee, R. P., & McMillan, J. (1987). Auctions with entry. *Economics Letters*, 23(4), 343-347.
- Nauenberg, E., Basu, K., & Chand, H. (1997). Hirschman-Herfindahl index determination under incomplete information. *Applied Economics Letters*, 4(10), 639-642.
- Navarro, J. L., Ocampo, C. E., & Saumeth L. A. (2013). Concentración y precios en el mercado mundial de aceite de palma 1985-2005. *Tendencias*, 14(2), 143-162.
- Nicholson, W. (2005). *Teoría microeconómica. Principios básicos y ampliaciones: principios básicos y ampliaciones*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Novoa-Torres, N., Bermúdez-Huérfano D. R., & Zamora-Carrillo, H. (2019). Nociones, consideraciones y ventajas de la inteligencia de negocios BI. *Revista Vínculos: Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 16 (2), 280-287.
- OCDE. (2015). *Recommendation of the Council on Public Procurement, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris*. Recuperado de <https://www.oecd.org/gov/public-procurement/OECD-Recommendation-on-Public-Procurement.pdf>
- Muñoz-Hernández, H., Osorio-Mass, R. C., & Zúñiga-Pérez, L. M. (2016). Inteligencia de los negocios. Clave del éxito en la era de la información. *Clío América*, 10(20), 194-211.
- Qifang, B., Goodman, K., Kaminsky, J., & Lessle, J. (2019). What is machine learning? A primer for the epidemiologist. *American journal of epidemiology*, 188(12), 2222-2239.
- Rivera O. (2015). *Sistema ETL para el almacén de datos de Aspirantes de la UCLV. Fac. Matemática, Ciencia y Computación, Univ. Central Marta Abreu de las Villas*. Recuperado de <http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/6793>
- Rodríguez, J. & Berner, H. (2020). *Concentración del gasto público en diciembre. Análisis y propuestas para su control*. Fundación Observatorio Fiscal, Chile. Recuperado de <https://observatoriofiscal.cl/archivos/documento/20200602182610469.pdf>
- Rojas, R. (2010). *Diagnóstico de la Eficacia y Eficiencia de los Mecanismos de garantías en Procesos de licitación de Mercado Público y Propuestas de Mejora*. Facultad Cs. Físicas y Matemáticas U. de Chile. Recuperado de https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103768/cf-rojas_rt.pdf?sequence=3
- Singer, M., Konstantinidis, G., Roubik, E., & Beffermann, E. (2009). Does e-procurement save the state money?. *Journal of Public procurement*, 9(1), 58-78.
- Suárez, G., & Laguado, R. (2007). *Manual de contratación pública electrónica para América Latina: bases conceptuales, modelo legal, indicadores, parámetros de interoperabilidad*. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/3550>
- Teytelboym, A., Li, S., Kominers, S. D., Akbarpour, M., & Dworczak, P. (2021). Discovering auctions: Contributions of Paul Milgrom and Robert Wilson. *The Scandinavian Journal of Economics*, 123(3), 709-750.
- Vickrey, W. (1961). Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders. *The Journal of finance*, 16(1), 8-37.
- World Bank. (2021). *World Data Bank*. Recuperado de <https://databank.worldbank.org/>

